

SZOTE Központi Izotópdiaosztikai Laboratórium és JATE
Kibernetikai Laboratórium

A SEGAMS-rendszerrel szerzett tapasztalatok az IAEA képkiértékelő
versenyben

Csernay László, Csirik János, Nemessányi Zoltán és Kovács Anna

A szcintigramok számítógépes feldolgozása során alkalmazott matematikai eljárások hatékonyságának objektív értékelése céljából a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség 1970-ben nemzetközi kutatási együttműködés megindítását javasolta, a kutatási téma anyagi alapjait költségvetésében biztosította. Az első kísérletsorozat eredményeinek értékelésére két évvel később a Monte Carloban rendezett szcintigráfiás kongresszuson került sor. Összetettebb kísérlet előkészítéseként 1974-ben a téma vezetői hasonló feltételek mellett új vizsgálatot végeztek, és a két fázis tapasztalatainak birtokában szervezték meg a harmadik, az előzőeknél szélesebb körű ezévi képértékelő versenyt.

Az összehasonlító vizsgálatssorozattal számos elvi és gyakorlati kérdés tisztázására nyílik lehetőség. A szervezők arra törekedtek, hogy a lehető legtöbb információt nyerjék a lebonyolítás szempontjából eléggé körülményes és drága kísérletekből. Az alapvető kérdés kézenfekvő: a képadatok számítógép segítségével végrehajtott matematikai feldolgozása milyen mértékben fokozza a szcintigráfiás módszerek hatékonyságát, a képek klinikai értékét? A számos részletkérdést felvető kísérletkomplexum végrehajtására, az eredmények elfogultság nélküli értékelésére egyedül egyetlen intézet vagy munkacsoport sem vállalkozhat. Ezért lehet és kell a WHO hasonló törekvései mellett egyenrangú erőfeszítésként elismerni és üdvözölni a NAÜ kezdeményezését.

Az évek során a kísérletsorozat feltételei változtak. Az 1972-ben alkalmazott zárt black-box fantom ugyanis nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket. A különböző intézmények rendelkezésére álló leképező rendszerek érzékenysége, feloldóképessége ugyanis döntő szerepet játszott az eredmények alakulásában, s ezért a vizsgálatssorozat tulnyomó részben

a kamerák, scannerek vetélkedésévé vált, zavarta, sőt, lehetetlenné tette az alapvető képfeldolgozási kérdések tisztázását.

Megfelelő diszkrécióval ezért ez évben Hannoverben hullából vett emberi kóros májról lenyomatot, majd ennek felhasználásával alaklú, háromdimenziós fantomot készítettek. A fantomot a leggyakrabban használt jelölő nuklid - a 99 m-Tc - oldatával töltötték fel, s bele 0-6 db, 0,8 - 3,5 cm átmérőjű göböket helyeztek, majd az egyes fantomkonstellációkat posterior-anterior irányból Picker Dynacamera IV. készülékkel leképezték. A mérési adatokat fotoeljárással ún. mikrodot analog képként megjelenítették, illetve egyidejűleg digitális módon, 128×128 mátrixnagyságban IBM kompatibilis mágnesszalagon rögzítették. Röntgeneljárással külön dokumentálták a különböző göbhelyzeteket. Összesen 100 felvételt készítettek, 50 esetben ún. hideg, 50 esetben forró göbök voltak a fantomban. A göbök helykoordinátáit véletlen számgenerálással választották ki. Pár felvétel sem hideg, sem forró göböt nem tartalmazott, s nem volt egyetlen olyan felvétel sem, ahol forró vagy hideg göbök egymás mellett fordultak volna elő. A 100 fantomfelvételtől készített, összemásolt mágnesszalagot sokszorosították, és megfelelő ellenőrzés után a vizsgálatban résztvevő 19 munkacsoport számára május közepén juttatták el. Természetesen megadták az adatok mágnesszalagon lévő elhelyezési módját, sőt tudtuk, hogy sikeres adatbeolvasás esetén minden kép végén GOOD LUCK üzenetet láthatunk.

A feladat egyértelműen az volt, hogy a képen felismert elváltozások centrumának X, illetve Y koordinátáit a mellékelt értékelő lapokra kell vezetni, és az egyes göbök előfordulási valószínűségét 5 csoportba kell sorolni.

Az abszolút pozitívnak tekintett elváltozásra ötöt, a pozitívra négyet, a valószínűsíthetőre hármat, a lehetségesre kettőt kellett adni, egyet a gyanus, de feltehetően negatív elváltozás kaphatott. A képek feldolgozásához, értékeléséhez bármilyen típusú, nagyságú számítógépet, bármilyen fajtájú display-t használhattak a résztvevők. A képjavító-feldolgozó matematikai eljárás természetesen szintén szabadon választható volt. A rendezők kérték, hogy a résztvevők lehetőleg minden képet kétszer értékeljenek, először a javítóeljárás elvégzése előtt, majd a feldolgozás után.

Munkánkat a Kibernetikai Laboratórium R-40-es gépén a mágnesszalag másolásával, illetve az adatok mágneslemezre történő transferálásával kezdtük. Próbaképek sornyomtatón történő megjelenítésével tisztáztuk

a fantom állását, a statisztikus szórás várható mértékét, a maximális aktivitású középpontok impulzusszámának nagyságát, a 128x128-as mátrixon lévő üres sorok és oszlopok számát. Az előzetes vizsgálatok eredményei ismeretében döntöttünk úgy, hogy a képfeldolgozáshoz lehetőségeink közül az egyszerű simítóeljárás, háttérlevonás, adatexpanszió változó kombinálását alkalmazzuk. A display 8 osztályos lineáris színes TV kijelzés, és 256 fokozatu fényerősségmodulációval működő oszcilloszkóp lesz. Röviden: a Gamma Művek által fejlesztett, a tavalyi kollokviumon ismertetett hardware, és az ez évben általunk kidolgozott SEGAMS software-rendszert használjuk munkánk során. Elhatározásunkat az tette lehetővé, hogy a versenyképek 128x128-as mátrixának üres széli sorait és oszlopaait levágva, valamint a klinikai gyakorlatban szokványosnak tartható 17 %-os háttérlevonást elvégezve, maradék, értékes-mátrixunk nem haladta meg a rendelkezésünkre álló 60x64-es nagyságot.

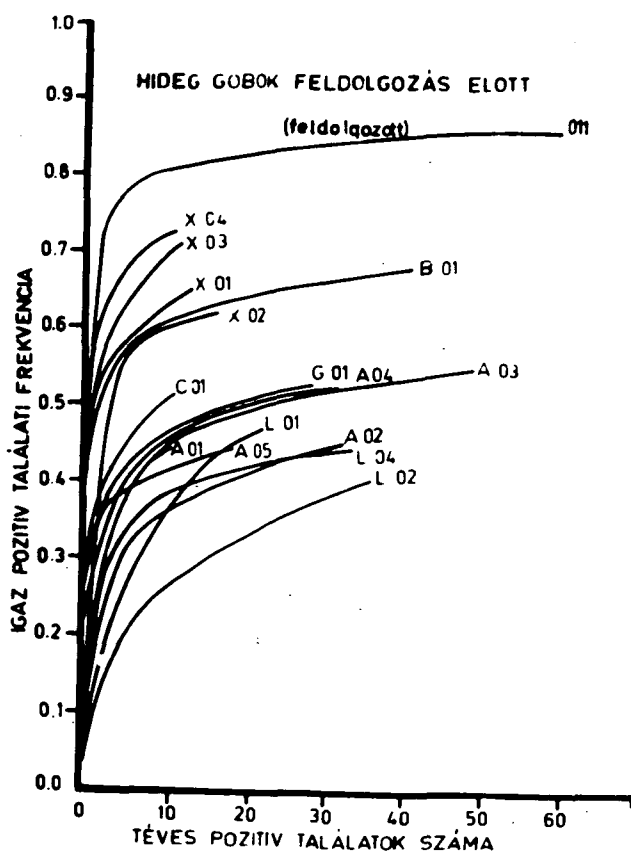
A SEGAMS-rendszer off-line adatfogadó ágán keresztül olvastuk be az R-40-es gépen megfelelő formátumban szalagra lyukasztott adatokat. Az üres sorokat, oszlopokat elhagytuk, 17 %-os háttérlevonást végeztünk, s az így kialakított 4K-s mátrixblokkokat a rendszer mágneslemezén tároltuk. A 100 képen várhatóan előforduló többszáz elváltozás centrumkoordinátái megállapításának időigényét, és az esetleges koordinátatévesztés következményeit mérlegelve félautomatikus célzóprogram kidolgozása mellett döntöttünk. A SEGAMS erre alkalmas egyik ágába ezért olyan programot kapcsoltunk ideiglenes jelleggel, amely a ROI területek kijelölésénél használt négy egyenes vonal közül egy vízszintes és egy függőleges vonalat alkalmazott fonálkeresztként. A fonálkeresztet az általunk kórosnak tartott területek centrumára állítottuk. A lokalizáló vonalak mozgásával egyidőben a program biztosította, hogy a színes TV-display szélén azt az aktuális koordinátaléptéket olvashattuk le folyamatosan, amely az adott kép eredeti 128x128-as mátrixának megfelelő oszlop- vagy sorszámát mutatta. A vonalak fixálásakor leolvasott értékeket jegyzőkönyveztük. Ezzel a megoldással becslésünk szerint sok munkaórát takarítottunk meg, nagyobb biztonságot szereztünk, és így figyelmünket a képek feldolgozására, illetve az elváltozások felismerésére koncentrálhattuk.

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség szeptember 1-én kiértékelő munkáját az eredménylapok és a valóságos göbhelyzetek összevetésével kezdte meg. Mint ez később ismertté vált, a göbök centrumától 20 mm-en belül fogadták el a megadott koordinátaértékeket igaz pozi-

tívnak, és ezen környezeten kívül esőket minősítették tévesnek. Két közel fekvő göb esetén, amennyiben ezek elfogadható találati köre részben fedte egymást, az erre a területekre eső találatokat a nagyobb göb, illetve egy göb helyes felismerésének tekintették.

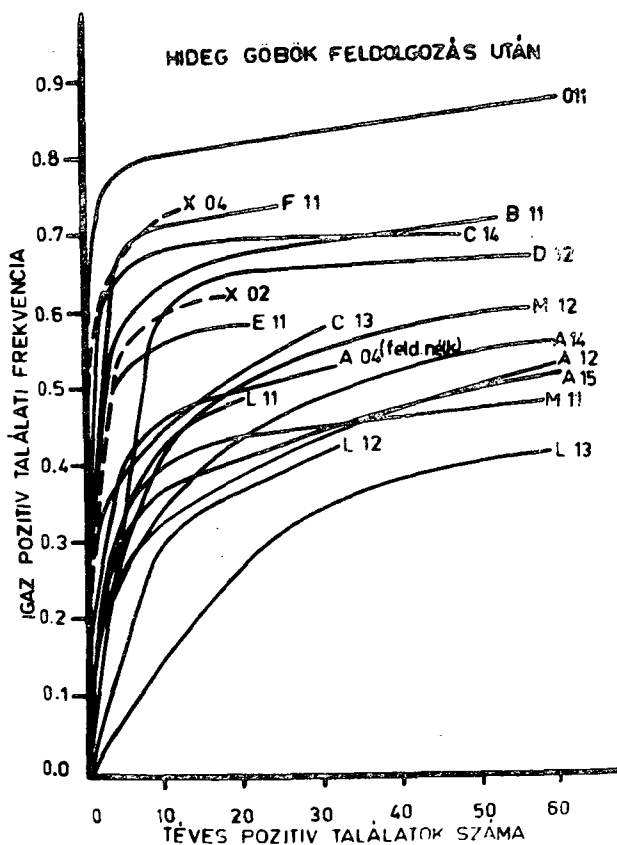
Október végén Los Angelesben megrendezett kongresszuson ismertették az eredményeket. Az elvi analízis, az összefüggések keresése természetesen tovább folyik és a jövő év nyarán várhatóan megjelenő kutatási zárójelentésben realizálódik. A kongresszus előtt a munkacsoportok vezetői számára rendezett zárt ülésen először a fantomról, illetve a felvételi technikáról már itt elmondottakat ismertették, és szóltak az értékelésben alkalmazott szempontokról is. A száz képből előre megadott 4 képről kellett a csoportoknak diapozitiveket bemutatniuk, illetve a kongresszus résztvevői számára postert készíteniük. Egyelőre csupán ezen a 4 képen előforduló elváltozások pontos koordinátáit ismertették.

A kiválasztott képek megbeszélése után osztották ki mind a 100 felvételre vonatkozó eredménylapokat.



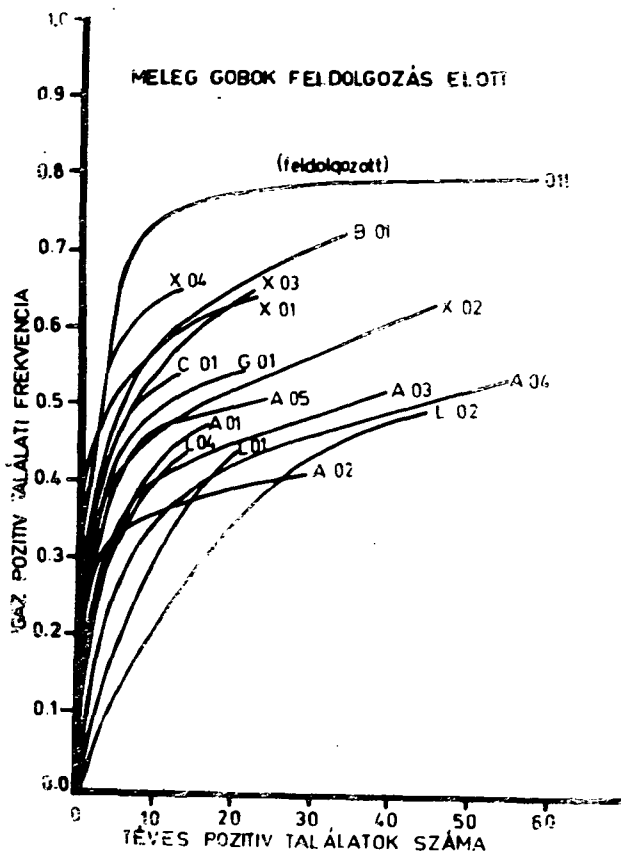
1. ábra

1. ábra: Az eredmények 5 pontból álló görbék, az X koordináta a téves pozitív találatok abszolút számát jelzi, az Y koordináta az igaz találatok összes görbe vonatkozó előfordulási frekvenciái. Minél magasabbra emelkednek a görbék, minél rövidebbek, annál jobb az eredmények. A hideg és a forró göbös képeket külön értékelték, de különválasztották a feldolgozás előtti, illetve utáni felismerést is. Az összehasonlítás alapjául az analog képek vizsgálata során négy világtekintély eredményét tekintették. Ezek az X-szel jelzett görbék. Közöttük sem jelentéktelen a szórás, egyértelmű azonban a digitális display-módszerek hátránya. Kivétel a B-jelzésű csoport görbéje. Az 0-jelű görbe a feldolgozással maximálisan elért eredményt mutatja.



2. ábra

2. ábra: A számítógépes adathozzás javulási hoz. Hídeg göböknel az analog-felismerést több csoport multa felül, nem kevés azonban a továbbbra is mélyen futó görbék száma. Viszonylag nagy különbséget mutatnak az egyes csoportok eredményei.



3. ábra

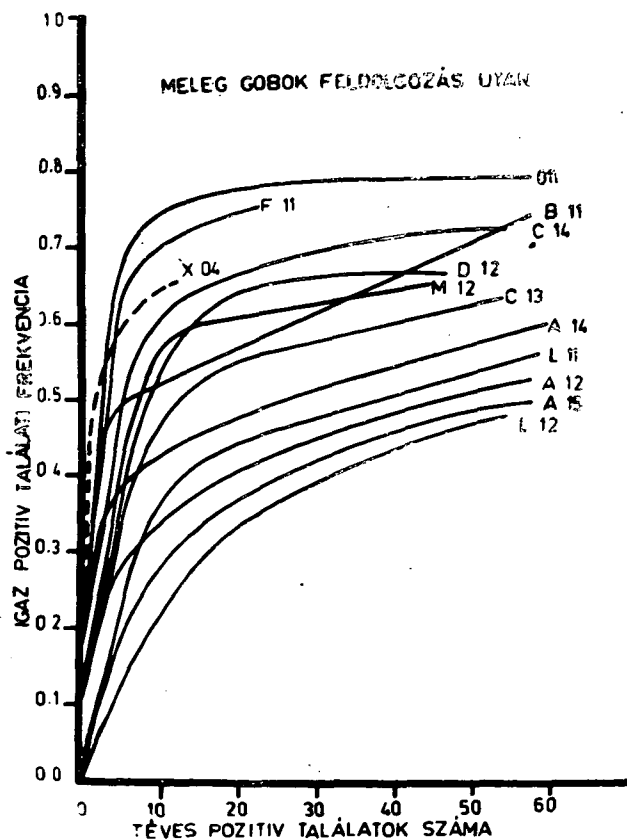
3. ábra: A forró göbök feldolgozás előtti eredménye váratlan, hiszen a B-jelű görbe sokkal jobb az analog-felismerésnél, viszonylag megközelíti az optimális eredményt.

4. ábra: A forró göbök feldolgozása után az 0-jelű csoportot megközelíti az F, a maximumon a B-jelű csoport is igen jó, de a négyes, illetve hármas biztonsággal leírt göböknel gyengébb, ezért há-

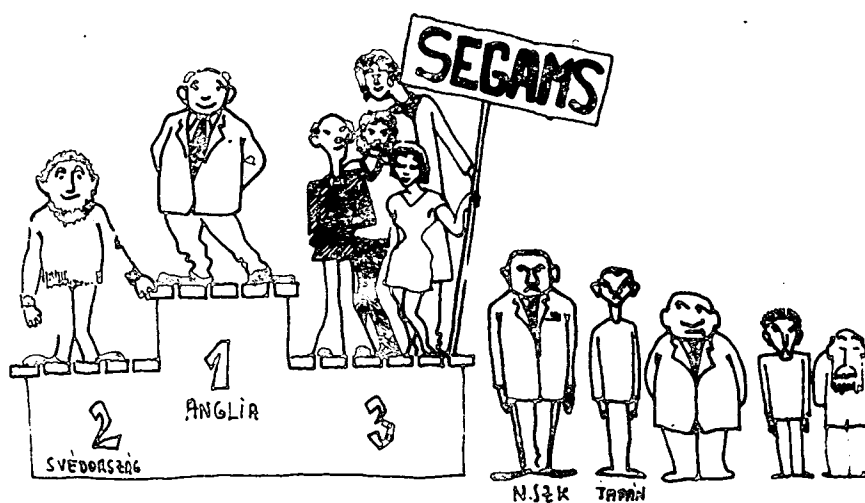
rom másik görbét is keresztez. A csoportok, illetve eljárások eredményei között itt is nem várt módon nagy a különbség.

A nyertes 0-csoport technikája idealizált síkra vonatkozó konvex, konkáv eltérések kiszámítása Winer-filterezés után. Az F-csoport Metz-filtert és izointenzitásgörbékkel dolgozó kijelzést használt. A B-jelű görbe a csupán átlagoló simítást, háttérlevonást, expanziót alkalmazó szegedi csoporté.

A vizsgálatsorozat eredményeinek további analízise számos, igen fontosnak tűnő kérdésre adhat választ, befolyásolhatja a kutatás irányát. A birtokunkban lévő képanyag felhasználható házi, hazai, esetleg a KGST megfelelő munkacsoportjában összehasonlító vizsgálatokhoz.



4. ábra



5. ábra

5. ábra: Befejezésül az összetett végeredmény: egyenesek és görbék segítségével, de már koordináta-rendszer nélkül.

JATE Kibernetikai Laboratórium és SZOTE Központi
Izotópdiagnosztikai Laboratórium

A SEGAMS képfeldolgozó programjaival szerzett tapasztalatok

Csirik János, Scherer Ferenc, Kuba Attila, Huhn Edit,
Nemessányi Zoltán és Csernay László

Az elmúlt évben ugyanezen a helyen számoltunk be a SEGAMS képfeldolgozó programrendszerének tervezetéről. A rendszer teljes kiépítését három lépcsőben kívántuk megvalósítani. Az azóta eltelt időben sikerült az első lépcsőként tervezett részt elkészíteni. Ezáltal a gamma kamerák segítségével elvégezhető izotópdiagnosztikai rutinvizsgálatok döntő többsége a SEGAMS segítségével rögzíthető, kiértékelhető.

A képfeldolgozó programrendszer a rendszer főábrájáról, a DP (data processing) funkció segítségével aktivizálható. Az aktivizálás után a feldolgozásra váró vizsgálatok felsorolása jelenik meg az alfanumerikus display-n. E felsorolásban - vizsgálatonként - a következő adatok szerepelnek: a vizsgált személy neve, a vizsgált szerv, vizsgálat időpontja, továbbá S vagy D betű attól függően, hogy statikus vagy dinamikus felvétel készült-e. A feldolgozni kívánt felvételt sorszáma segítségével választhatjuk ki: ennek hatására a felvétel előtt készített dialógus összefoglaló táblázata jelenik meg. Ez a táblázat a kiértékelés során mindvégig az alfanumerikus display-n látható, alatta helyezkednek el a képfeldolgozási táblák.

Ezek közül elsőként az adatfeldolgozási főtáblát láthatjuk, amely a következő funkciókat tartalmazza:

PP	PROCESSING OF CHOSEN PICTURE
DS	PROCESSING OF DYNAMIC STUDY
FA	FRAME'S ALGEBRA
RO	ROI MANIPULATIONS
TC	TIME CURVES
DO	DOCUMENTATION OF STUDY PARAMETERS
LF	LIST-FRAME CONVERSION
RE	RETURN TO PRECEDING BLOCK